

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月17日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-208211

[ST.10/C]:

[JP2002-208211]

出 願 人

Applicant(s):

パイオニア株式会社

2003年 1月14日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2002-3105954

【書類名】 特許願

【整理番号】 56P0418

【提出日】 平成14年 7月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 51/00

【発明の名称】 有機半導体素子

【請求項の数】 13

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内

    【氏名】 永山 健一

【特許出願人】

    【識別番号】 000005016

    【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100079119

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 藤村 元彦

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 016469

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9006557

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 有機半導体素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対向する 1 対の電極の間に成膜されたキャリア移動性の有機半導体層を備えた有機半導体素子であって、前記 1 対の電極の少なくとも一方は、前記有機半導体層のイオン化ポテンシャル近傍の仕事関数を有する第 1 金属と、前記第 1 金属よりも低い抵抗率を有する第 2 金属と、を含む前記有機半導体層に接触する合金膜からなることを特徴とする有機半導体素子。

【請求項 2】 前記第 1 金属は、前記有機半導体層のイオン化ポテンシャルを中心とした  $-1\text{ eV} \sim +1\text{ eV}$  の範囲内の仕事関数を有することを特徴とする請求項 1 記載の有機半導体素子。

【請求項 3】 前記第 1 金属は、前記有機半導体層のイオン化ポテンシャルを中心とした  $-0.5\text{ eV} \sim +0.5\text{ eV}$  の範囲内の仕事関数を有することを特徴とする請求項 2 記載の有機半導体素子。

【請求項 4】 前記合金膜は  $100\text{ \AA}$  以上  $1\text{ }\mu\text{m}$  以下の膜厚を有することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 記載の有機半導体素子。

【請求項 5】 前記合金膜は  $100\text{ \AA}$  以上  $3000\text{ \AA}$  以下の膜厚を有することを特徴とする請求項 4 記載の有機半導体素子。

【請求項 6】 前記第 1 金属の前記合金膜への混入量は、 $0.01\text{ at\%}$  以上、好ましくは  $0.1\text{ at\%}$  以上、さらに好ましくは  $0.5\text{ at\%}$  以上でかつ、 $50\text{ at\%}$  以下、好ましくは  $20\text{ at\%}$  以下、さらに好ましくは  $5\text{ at\%}$  以下であることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 記載の有機半導体素子。

【請求項 7】 前記 1 対の電極はソース電極及びドレイン電極であり、前記有機半導体層は前記ソース電極及びドレイン電極の間にチャネルを形成できるように積層され、さらに、前記ソース電極及びドレイン電極の間の前記有機半導体層に電界を印加せしめるゲート電極を備えたことを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 記載の有機半導体素子。

【請求項 8】 前記ゲート電極を前記ソース電極及びドレイン電極から電気的に絶縁するゲート絶縁膜を備えたことを特徴とする請求項 7 記載の有機半導体

素子。

【請求項 9】 前記ソース電極及びドレイン電極は共に前記有機半導体層の片側面に配置されたことを特徴とする請求項 7 記載の有機半導体素子。

【請求項 10】 前記ソース電極及びドレイン電極はそれぞれ前記有機半導体層を挟んで両側に配置されたことを特徴とする請求項 7 記載の有機半導体素子。

【請求項 11】 前記ゲート絶縁膜が前記合金膜に接触する場合、前記第 2 金属は、前記第 1 金属より前記ゲート絶縁膜に対して付着力が強い材料であることを特徴とする請求項 8 ～ 10 のいずれか 1 記載の有機半導体素子。

【請求項 12】 前記 1 対の電極はソース電極及びドレイン電極であり、前記有機半導体層は前記ソース電極及びドレイン電極の間に挟持されるように膜厚方向に積層され、かつ、前記有機半導体層に包埋されたゲート電極を備えたことを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 記載の有機半導体素子。

【請求項 13】 前記有機半導体層に包埋されたゲート電極は、格子状、櫛状又は簾状の形状を備えたことを特徴とする請求項 12 記載の有機半導体素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、キャリア移動性の有機化合物を利用し、かかる有機化合物からなる有機半導体層を備えた有機半導体素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

ダイオードや、信号処理に必要なスイッチや増幅機能を行うトランジスタに用いられる半導体には、高いキャリア移動度や、低い暗電流や、低い駆動電圧や、複雑な素子構造など、の性能が要求されるので、シリコンに代表される無機半導体が、半導体素子の主役となっている。

【0003】

有機半導体では、その電気－光変換特性を利用した有機エレクトロルミネセンス装置が開発されている。さらに、有機半導体薄膜に電界を加えるとキャリア密

度が増加するので、有機半導体薄膜上に1対の電極を設けその間に電流を流すことが可能になる。例えば、有機半導体薄膜上にソース電極及びドレイン電極を配置し、その間のゲート電極で薄膜の厚さ方向に電圧を印加し、有機半導体薄膜に沿った方向の電流をスイッチングできる。よって、有機トランジスタの研究もなされ、電気信号を利用して、接合界面（金属－有機半導体、有機半導体－有機半導体）にて、有機半導体中のキャリア（電子及び正孔）を制御する情報の伝達、処理及び記録表示などの技術に有機半導体が利用されつつある。

## 【0004】

有機半導体薄膜を用いた有機MOS-TFTの構造には、たとえば、ボトムコンタクト型及びトップコンタクト型がある。いずれの有機MOS-TFTも、基板上にゲート電極、ゲート絶縁膜、ソース電極及びドレイン電極、並びに有機半導体層を備えている。ゲート電極としてはNi、Crなどが、ゲート絶縁膜にはSiO<sub>2</sub>、SiNなど金属の酸化物や窒化物などの無機物やPMMAなどの樹脂が、有機半導体層にはペンタセンなどが、それぞれ用いられている。また、ソース電極及びドレイン電極にはPd、Auなどの単体膜が用いられている。

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、有機半導体素子のPd又はAu単体膜からなるソース電極及びドレイン電極においては、1) Pd、Auが王水などの非常に強い酸を用いないとウエットエッチングできないので、エッチングの際にゲート電極などの下地を傷めてしまい、電極パターニングが困難である、2) Pd、Au薄膜の下地膜への付着力が弱く素子の信頼性が低い、3) Pd、Auはそのクラーク数が小さく高価である、4) 電極材料として一般に用いられるAlなどに比べPdの抵抗率が高い、など問題がいくつかあり、実用化の障害となっている。

## 【0006】

本発明の解決しようとする課題には、電極の付着性、エッチング性、低抵抗性が向上した有機半導体素子を提供することが一例として挙げられる。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

請求項 1 記載の有機半導体素子の発明は、対向する 1 対の電極の間に成膜されたキャリア移動性の有機半導体層を備えた有機半導体素子であって、前記 1 対の電極の少なくとも一方は、前記有機半導体層のイオン化ポテンシャル近傍の仕事関数を有する第 1 金属と、前記第 1 金属よりも低い抵抗率を有する第 2 金属と、を含む前記有機半導体層に接触する合金膜からなることを特徴とする。

## 【 0 0 0 8 】

## 【発明の実施の形態】

本発明による実施形態の有機半導体素子として有機トランジスタの実施例を図面を参照しつつ説明する。

図 1 は実施形態のボトムコンタクト型有機トランジスタを示す。有機トランジスタは、ガラスなどの絶縁性の基板 1 0 上に形成されたゲート電極 1 4 上に形成されたゲート絶縁膜 1 2 と、この上に形成されたペンタセンなどのキャリア輸送性の有機化合物からなる有機半導体層 1 3 と、有機半導体層 1 3 と接触するように形成されたソース電極 1 1 及びドレイン電極 1 5 から構成されている。ゲート電極 1 4 は対向するソース電極 1 1 及びドレイン電極 1 5 の間の有機半導体層 1 3 に電界を印加する。

## 【 0 0 0 9 】

図 2 は実施形態のトップコンタクト型有機トランジスタを示す。トップコンタクト型素子は、有機半導体層 1 3 が先に成膜され、その上にソース電極 1 1 及びドレイン電極 1 5 が形成される以外、図 1 のボトムコンタクト型と同じ構成を有する。

有機半導体層 1 3 は電界印加によって正孔又は電子の輸送能力を有する有機化合物からなる。有機半導体層 1 3 は、それぞれキャリア輸送能力を有する有機化合物の薄膜からなる多層構造とすることもできる。有機半導体として、キャリア移動度が大きいペンタセンの他に、アントラセン、テトラセンなどの縮合環類も用いられる。

## 【 0 0 1 0 】

ゲート電極 1 4 は、ゲート絶縁膜 1 2 を介して電界を印加する場合、電極材料として一般に用いられる A l、C u、N i、C r、及びそれらを含む合金などが

用いられる。

ソース電極及びドレイン電極 1 1、1 5 の材料には、有機半導体との電荷注入障壁を低くするため、仕事関数が有機半導体のイオン化ポテンシャルに近いことが求められる。例えば、図 1 に示すように、ソース電極 1 1 及びドレイン電極 1 5 のそれぞれに、仕事関数が有機半導体のイオン化ポテンシャルに近くなる特性とすべく 2 種類以上の金属からなる合金膜を用いる。それぞれの合金膜は、有機半導体層 1 3 のイオン化ポテンシャル近傍の仕事関数を有する第 1 金属と、第 1 金属よりも低い抵抗率を有する第 2 金属と、からなる。

#### 【 0 0 1 1 】

有機半導体中のキャリア移動のために、第 1 金属の仕事関数が有機半導体のイオン化ポテンシャルに近い値である特性は特に重要である。よって、合金膜は、仕事関数が有機半導体のイオン化ポテンシャルに近い材料を少なくとも 1 つ以上含む金属膜を微量ながら第 1 金属とし、第 2 金属を、かかる第 1 金属の特性以外、すなわち、十分な電流が流せるように低抵抗率を有すること、微細なパターニングが行えるようエッチングが性が良いこと、その下地に対し膜の付着力が強いこと、を補完するようにを補完するような材料から選択する。2 種の金属からなる合金膜で特性を十分改善できない場合は、更に特性を改善するために、3 種層以上の合金膜としてもよい。

#### 【 0 0 1 2 】

第 1 金属には仕事関数が有機半導体のイオン化ポテンシャルに近い材料を少なくとも 1 以上含む金属、合金などの材料を用いる。第 1 金属に含まれる材料の仕事関数は、使用する有機半導体のイオン化ポテンシャルを中心とした  $\pm 1 \text{ eV}$  以内であることが好ましく、さらに好ましくは  $\pm 0.5 \text{ eV}$  以内である。

例えば代表的な有機半導体材料であるペンタセン（イオン化ポテンシャル =  $5.06 \text{ eV}$ ）を用いた場合、第 1 金属に含まれる材料の仕事関数は  $4.56 \sim 5.56 \text{ eV}$  が好適であり、このような特性を満たす金属の例として、Rh、Ir、Ni、Pd、Pt、Au、As、Se、Te などが挙げられる。第 1 金属にはこれらの金属の単体、もしくはこれらの複数を用い得る。

#### 【 0 0 1 3 】

第 2 金属としては、第 1 金属より低い比抵抗、微細なパターニング可能なエッチングが良好に行えるエッチング性、第 1 金属より下地（図 1 の場合、ゲート絶縁膜 1 2）に対し強く膜付着する高い付着力、のうち少なくとも一つの特性に優れる金属を用いる。

比抵抗が低い金属としては、A l、C u、A g、M o、W、M g、Z nなどが挙げられる。これらの中では、特に比抵抗が低い A l、C u、A g が第 2 金属に好適である。

#### 【 0 0 1 4 】

容易にウェットエッチングが可能であるエッチング性の高い金属としては、りん酸を主成分とする酸に溶解する A l、C u、A g、N i、M o などや、硝酸セリウムアンモニウムを主成分とする溶液に溶解する C r などが第 2 金属に好適である。表 1 に電極材料、その比抵抗及びその使用可能エッチャントの例を示す。

#### 【 0 0 1 5 】



【表 1】

電極材料	比抵抗 ( $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ )		エッチャント
	バルク	薄膜	
ITO	—	120	塩化第2鉄+塩酸 各種酸
Cr	12.9	30	硝酸セリウム アンモニウム溶液
Al	2.74	5	りん硝酸酢酸 各種酸
Cu	1.7	2.5	りん硝酸酢酸 各種酸
Ag	1.63	—	—
Au	2.2	3	王水 ヨードカリ溶液
Pt	10.8	—	王水 ヨードカリ溶液
Pd	10.6	—	王水 ヨードカリ溶液
Ni	7.04	50	各種酸
Mo	5.33	50	りん硝酸酢酸 各種酸
Ta	13.1	25( $\alpha$ ) 200( $\beta$ )	ふっ酸系
W	5.3	—	ふっ酸系
Ti	47	200	ふっ酸系

付着性が高い金属としては、Cr、Mo、Ta、W、Tiなどの高融点金属が第2金属に好適である。よって、第2金属にはこれらの金属の単体、もしくはこれらの金属を含む合金を用い得る。

## 【0016】

第1金属の合金膜への混入量が多すぎると、合金膜の抵抗、エッチング性、付着力が損なわれてしまうため、合金全体に対する第1金属の割合は50at%以下が好ましく、さらに好ましくは20at%以下、最適なのは5at%以下である。一方第1金属の混入量が少なすぎると、有機半導体への注入障壁を低くする効果がなくなってしまう恐れがあるが、通常ごく微量の混入量でも効果があり、合金膜全体に対する第1金属の割合は0.01at%以上、さらに好ましくは0.1at%以上、最適なのは0.5at%以上である。

## 【 0 0 1 7 】

このような合金を薄膜合金膜にしてソース電極及びドレイン電極として用いる。合金膜の膜厚が厚すぎると、エッチング性が損なわれてしまうため、その膜厚は100 Å以上1 μm以下が好ましく、さらに好ましくは100 Å以上3000 Å以下である。

これらソース電極及びドレイン電極の成膜方法としては、複数の蒸発源を用いた共蒸着法、スパッタ法、CVD法など、任意の方法を用い得る。材料の使用効率、合金の組成比の安定性、装置の簡便性を考慮するとスパッタ法が好ましい。

## 【 0 0 1 8 】

成膜した合金膜は所定の形状にパターンニングする。パターン方法は任意の方法で構わないが、フォトエッチング法が好ましく用いられる。フォトエッチング法では、先ず、合金膜上にフォトレジストを所定の形状にパターン形成し、溶液によるエッチング（ウェットエッチング）もしくはガスによるエッチング（ドライエッチング）を行う。その後、フォトレジストを除去すれば所望の合金膜パターンが得られる。

## 【 0 0 1 9 】

有機半導体層のペンタセンは、高い正孔移動度を示すキャリア輸送性材料である。このペンタセン有機半導体層を用いて、図1に示すボトムコンタクト型素子を作成すると、正孔輸送性（p型）素子可以实现できる。

有機半導体層におけるキャリアが正孔の場合には正孔が移動できる正孔輸送性材料または両性輸送性材料が有機半導体として必要になり、キャリアが電子の場合には電子が移動できる電子輸送材料または両性輸送性材料が必要になる。正孔輸送材料又は両性輸送材料としては、銅フタロシアニン（copper-phthalocyanine）などが、電子輸送材としてはアルミニウムキノリノール錯体（tris-8-hydroxyquinoline aluminum）などがある。

## 【 0 0 2 0 】

有機半導体層に接する合金膜の第1金属には、キャリア輸送性有機薄膜のイオン化ポテンシャルとほぼ同じ仕事関数を有する金属を選択する。キャリアの移動は接触する材料のエネルギー障壁が異なるとその差を埋める電圧印加の必要があ

り、抵抗なくキャリアが移動するにはエネルギー障壁が小さいほうがよいからである。イオン化ポテンシャルは真空準位から価電子帯上端の最高被占分子軌道（HOMO）準位へと測定したエネルギーである。第1金属の仕事関数は真空準位（0 eV）からフェルミ準位へと測定したエネルギーである。なお、正孔輸送性材料に電界をかけて陽イオン化するのに必要な仕事はイオン化ポテンシャルエネルギー（ionized potential energy）で、電子輸送性材料に電界をかけて陰イオン化するのに必要な仕事は電子親和力（electron affinity energy）である。

## 【0021】

本実施形態の有機トランジスタで使用する第1金属材料で仕事関数が大きなものには、例えば、4.51 eVを越える金、白金、パラジウム、セレン、ニッケル、などがある。

一方、仕事関数が小さな第1金属材料として、例えば、4.51 eV以下の銀、鉛、錫、アルミニウム、カルシウム、インジウム、クロム、リチウムなどのアルカリ金属、マグネシウムなどのアルカリ土類金属などが用いられる。表2に選択使用され得る物質の仕事関数の例を示す。表のセル中、上は元素記号、下は仕事関数を示す。

## 【0022】

【表2】

Li 2.39	Be 3.37											B 4.5	C 4.39				
Na 2.27	Mg 3.46											Al 4.28	Si 4.1				
K 2.15	Ca 2.76	Sc 3.5	Ti 4.09	V 4.11	Cr 4.51	Mn 3.95	Fe 4.36	Co 4.18	Ni 4.84	Cu 4.47	Zn 3.74	Ga 3.96	Ge 4.56	As 5.11	Se 4.72		
Rb 2.13	Sr 2.35	Y 3.2	Zr 3.84	Nb 4.1	Mo 4.27	Tc	Ru 4.52	Rh 4.65	Pd 4.82	Ag 4.28	Cd 3.92	In 4.12	Sn 4.11	Sb 4.08	Te 4.73		
Cs 1.89	Ba 2.29	ラン タ イ ド	Hf 3.53	Ta 4.12	W 4.5	Re 5.1	Os 4.55	Ir 4.57	Pt 5.29	Au 4.58	Hg 4.52	Tl 3.76	Pb 4.02	Bi 4.28	Po		

〔素子の作製〕ーボトムコンタクト型素子と比較のため比較素子とを作製した。

〔実施例1〕ー以下のような手順で、図1に示すようなボトムコンタクト型の

有機MOS-TFTを作製した。

【0023】

(1) [ゲート電極の形成] - ガラス基板上にCrを膜厚1000Åでスパッタ法により成膜した。次に東京応化製フォトリソグレイAZ6112のマスクをCr膜上にパターン形成した。この基板を硝酸セリウムアンモニウムと過塩素酸を含む水溶液中に浸漬し、レジストマスクに覆われていない不要な部分のCrを溶解除去した。最後に基板をアセトン中に浸漬しレジストマスクを除去、所定のゲート電極パターンを基板上に得た。

【0024】

(2) [ゲート絶縁膜の形成] - 得られた基板のゲート電極パターン上に、SiO<sub>2</sub>を膜厚1000Åでスパッタ法により成膜した。次に東京応化製フォトリソグレイAZ6112のマスクをSiO<sub>2</sub>膜上にパターン形成した。この基板をCF<sub>4</sub>ガスによるドライエッチングにより、レジストマスクに覆われていない不要な部分のSiO<sub>2</sub>を除去した。最後にO<sub>2</sub>プラズマによりレジストマスクを除去して、SiO<sub>2</sub>ゲート絶縁膜の所定パターンを基板上に得た。

【0025】

(3) [ソース電極及びドレイン電極の形成] - 得られた基板のゲート絶縁膜パターン上に、第1金属としてPdを0.1at%含有するAg-Pd合金ターゲットを用いAg-Pd合金膜を膜厚1000Åでスパッタ法により成膜した。次に東京応化製フォトリソグレイAZ6112のマスクをAg-Pd膜上にパターン形成した。この基板をリン酸、硝酸、酢酸からなる混酸中に浸漬し、レジストマスクに覆われていない不要な部分のCrを溶解除去した。最後に基板をアセトン中に浸漬しレジストを除去、ソース電極及びドレイン電極の所定パターンを得た。ソース電極及びドレイン電極のパターンにより確定されるチャネル長は20μm、チャネル幅は100μmとした。

【0026】

(4) [有機半導体層の形成] - 得られた基板の電極パターン上に、ペンタセンを膜厚500Åで、基板を60℃に加熱し、マスクを用いた所定パターンで抵抗加熱蒸着法により有機半導体層を成膜し、有機MOS-TFT素子を完成させ

た。

〔実施例 2〕－実施例 1 の ( 3 ) でソース電極及びドレイン電極として P d を 1 . 0 a t % 含有する A g - P d 合金としたこと以外は、実施例 1 と全く同様にして有機 M O S - T F T 素子を完成させた。

【 0 0 2 7 】

〔実施例 3〕－実施例 1 の ( 3 ) でソース電極及びドレイン電極として P d を 5 . 0 a t % 含有する A g - P d 合金膜としたこと以外は、実施例 1 と全く同様にして有機 M O S - T F T 素子を完成させた。

〔比較例 1〕－ソース電極及びドレイン電極を P d とし、素子を作製した。下層の C r 膜を傷めずに P d を選択的にエッチングするのは困難であるため、P d はリフトオフ法にてパターンニングを行った。具体的には、実施例 1 の ( 3 ) を以下のようにした以外は、実施例 1 と全く同様にして有機 M O S - T F T 素子を完成させた。

【 0 0 2 8 】

( 3 ) 〔ソース電極及びドレイン電極の形成〕－得られた基板のゲート絶縁膜パターン上に、日本ゼオン製フォトレジスト Z P N 1 1 0 0 のマスクをパターン形成した。次にソース電極及びドレイン電極として P d を 1 0 0 0 Å スパッタ法により成膜した。更にアセトンでリフトオフし、ソース電極及びドレイン電極の所定パターンを得た。ソース電極及びドレイン電極のパターンにより確定されるチャネル長は 2 0 μ m 、チャネル幅は 1 0 0 μ m とした。

【 0 0 2 9 】

〔比較例 2〕－実施例 1 の ( 3 ) ソース電極及びドレイン電極を A g としたことで、実施例 1 と全く同様にして有機 M O S - T F T 素子を完成させた。

〔実施例 5〕－実施例 1 の ( 3 ) でソース電極及びドレイン電極として、第 1 金属である N i を 2 a t % 含有する A l - N i 合金膜としたこと以外は、実施例 1 と全く同様にして有機 M O S - T F T 素子を完成させた。

【 0 0 3 0 】

〔実施例 6〕－実施例 1 の ( 3 ) でソース電極及びドレイン電極として、N i を 5 a t % それぞれ含有する A l - N i 合金膜としたこと以外は、実施例 1 と全

く同様にして有機MOS-TFT素子を完成させた。

〔比較例3〕－実施例1の(3)でソース電極及びドレイン電極をNiとしたこと以外は、実施例1と全く同様にして有機MOS-TFT素子を完成させた。

【0031】

〔比較例4〕－実施例1の(3)でソース電極及びドレイン電極をAlとしたこと以外は、実施例1と全く同様にして有機MOS-TFT素子を完成させた。

〔ソース電極及びドレイン電極の付着性〕－上記実施例及び比較例で素子を形成する際、SiO<sub>2</sub>ゲート絶縁膜とソース電極及びドレイン電極とのスパッタ成膜のみを行ったサンプルを同時に作製し、下地のSiO<sub>2</sub>ゲート絶縁膜に対する膜の付着性を評価した。付着性の評価は以下のように行った。

【0032】

カッターナイフを用いSiO<sub>2</sub>膜に1mmピッチで水平垂直それぞれ11本の切り込みを入れ、10×10＝100個のマス目を作った。

マス目上に粘着テープを貼り、上から十分に押さえた。

テープを勢いよく剥がし、剥がれずに残ったマス目の数を数えた。表3に付着性評価の結果を示す。(表3中の電極材料の欄は、第2金属－(割合)第1金属を示し、付着性欄にて、100個が満点で、数が多いほど付着性が高いことになる。)

【0033】

【表 3】

サンプル	電極材料	付着性	シート抵抗 ( $\Omega/\square$ )	電気特性
実施例1	Ag-0.1Pd	100	0.242	比較例1と同等
実施例2	Ag-1Pd	100	0.278	比較例1と同等
実施例3	Ag-5Pd	100	0.478	比較例1と同等
実施例4	Ag-1Pd-0.5Cu	100	0.311	比較例1と同等
比較例1	Pd	0	3.08	—
比較例2	Ag	100	0.223	比較例1より悪い
実施例5	Al-2Ni	100	0.882	比較例3と同等
実施例6	Al-5Ni	100	1.54	比較例4と同等
比較例3	Ni	100	4085	—
比較例4	Al	100	0.509	比較例3より悪い

何れも、実施例の付着性は比較例に比べ同等以上であることがわかった。特に Pd など貴金属では合金化による付着性の向上が著しかった。

【ソース電極及びドレイン電極の合金膜の抵抗率】—上記実施例、比較例で素子を形成する際、 $\text{SiO}_2$ ゲート絶縁膜とソース電極及びドレイン電極のスパッタ形成のみを行ったサンプルを同時に作製し、膜の比抵抗を評価した。比抵抗測定は、厚さ1000Åにおけるシート抵抗( $\Omega/\square$ )を四探針法にて行った。表3に比抵抗の測定結果を示す。何れも、第1金属の金属単体膜に比べ、本実施形態による合金膜の方が低抵抗であることがわかった。

## 【0034】

【有機MOS-TFT素子の電気特性】—各実施例及び比較例で作製した有機MOS-TFTについて、ゲート電極電圧一定のもと、ソース電極及びドレイン電極間の電圧を変化させてソース電極及びドレイン電極間の電流を測定した。測定結果を表3、図3及び図4に示す。

ソース電極及びドレイン電極にAg-Pd、Ag-Pd-Cu合金膜を用いた素子は、Pd単体膜を用いた素子に比べほぼ同等な特性を、Agを用いた素子に比べた場合は良好な特性を示すことがわかった。

## 【0035】

また、ソース電極及びドレイン電極にAl-Niを用いた素子は、Ni単体層

を用いた素子に比べほぼ同等な特性を、A 1 を用いた素子に比べた場合は良好な特性を示すことがわかった。

本実施形態による素子は、従来の有機半導体に仕事関数が近い金属単体をソース電極及びドレイン電極に用いた素子に比べ素子特性はほぼ同等であるにもかかわらず、ソース電極及びドレイン電極の低抵抗性、エッチング性、付着性の少なくとも1つ以上の特性が向上することがわかった。また、本実施形態による素子は、A g、A 1 など金属単体をソース電極及びドレイン電極に用いた場合に比べ、素子の電気特性が良好であることがわかった。

#### 【 0 0 3 6 】

本実施形態では、合金膜をソース電極及びドレイン電極の両電極に適用したが、ソース電極とドレイン電極の何れか一方の電極のみに適用することもでき、3極の有機トランジスタの他に2極の有機ダイオードの電極にも適応でき、さらに図1及び図2に示す以外にも、ソース電極から有機半導体、ドレイン電極の経路で電流を流す、任意の構造の有機半導体素子に適用できる。

#### 【 0 0 3 7 】

例えば、上記実施例ではT F T単体の作製における実施例を示したが、本発明によるT F TをL C D、E Lなど表示装置の画素の駆動に用いることもできる。具体的には、少なくとも本発明による有機トランジスタを1つ以上、コンデンサなど必要な素子、画素電極などを共通の基板上に作製すれば、本発明による有機M O S - T F Tを用いたアクティブ駆動型の表示装置を実現できる。例として、図5は本発明をT F T - L C D表示装置に適用した場合の表示装置の基板構造を示す。表示装置において、第1金属及び第2金属の合金膜からなるソース電極11がL C Dの画素電極20に接続され、有機半導体層13が保護膜21で被覆されている。

#### 【 0 0 3 8 】

さらに、図6に示すように、本発明を有機トランジスタとして縦型構造のS I T（静電誘導形トランジスタ）に適用できる。合金膜厚方向の電流をスイッチングできるS I Tは、各々が第1金属及び第2金属の合金膜からなるソース電極11及びドレイン電極15で有機半導体層13を挟み、有機半導体層13の厚さ方



向の中間に包埋された多孔性のゲート電極 1 4 を有した 3 端子構造を有する。そのゲート電極 1 4 に電圧を印加したとき、ゲート電極周りの有機半導体に生じる空乏層によってドレイン及びソース間の電流を制御できる。

#### 【0039】

またさらに、図 7 に示すように、有機トランジスタは、互いに積層されたゲート電極 1 4、ソース電極 1 1 及びドレイン電極 1 5 から構成されていればよく、図 1 とは逆の順序すなわち、基板 1 0 上に、第 1 金属及び第 2 金属の合金膜からなるソース電極 1 1 及びドレイン電極 1 5 を形成し、有機半導体層 1 3、ゲート絶縁膜 1 2、並びにゲート電極 1 4 の順で積層して形成されてもよい。

#### 【0040】

同様に、図 8 に示すように、有機トランジスタは、有機半導体層 1 3 を挟んで、第 1 金属及び第 2 金属の合金膜からなるソース電極 1 1 及びドレイン電極 1 5 を形成し、ゲート絶縁膜 1 2 を介してゲート電極 1 4 を離間させるように形成されてもよい。

このように本実施形態による有機半導体素子においては、キャリア移動にかかわる電極を、有機半導体のイオン化ポテンシャルに近い仕事関数を持つ第 1 金属と第 1 金属よりも付着性、エッチング性、抵抗の低さのうち少なくとも一つの特性が優れた少なくとも一つの第 2 金属とからなる合金膜で構成したことにより、有機半導体への電荷の注入は障壁の小さい第 1 金属から行われるので、第 1 金属単体層を用いた場合と同等で電気特性がよく、さらに、第 1 金属単体層で電極を形成した場合に比べ、付着性、エッチング性、比抵抗の低さのうち少なくとも一つの特性に優れる有機半導体の実現できる。よって、主要な電極材料の組み合わせの多様化を改善できる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明による実施形態の有機トランジスタを示す断面図。

##### 【図 2】

本発明による他の実施形態の有機トランジスタを示す断面図。

##### 【図 3】

本発明による有機トランジスタのソースドレイン電極間電流電圧特性を示すグラフ。

【図 4】

本発明による有機トランジスタのソースドレイン電極間電流電圧特性を示すグラフ。

【図 5】

本発明による他の実施形態の有機トランジスタ発明を T F T - L C D 表示装置に適用した場合の表示装置の基板構造を示す断面図。

【図 6】

本発明による他の実施形態の有機トランジスタを示す断面図。

【図 7】

本発明による他の実施形態の有機トランジスタを示す断面図。

【図 8】

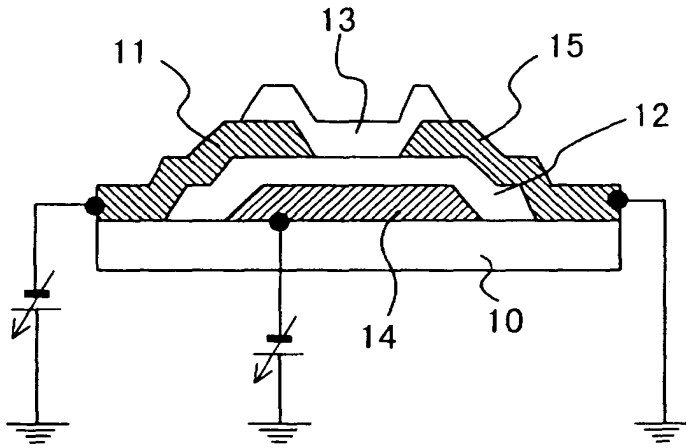
本発明による他の実施形態の有機トランジスタを示す断面図。

【符号の説明】

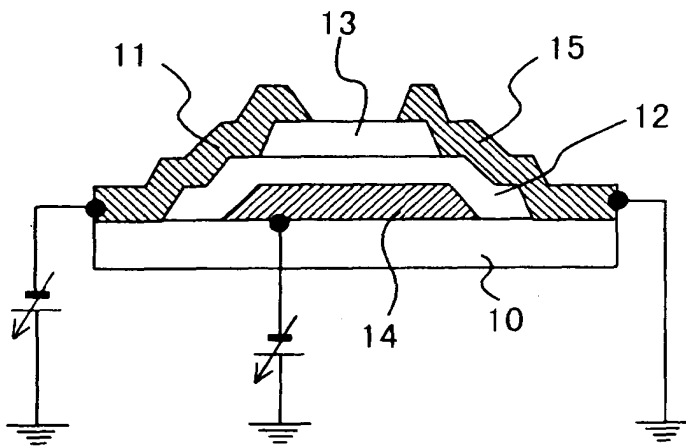
- 1 0 基板
- 1 1 ソース電極
- 1 2 ゲート絶縁膜
- 1 3 有機半導体層
- 1 4 ゲート電極
- 1 5 ドレイン電極

【書類名】 図面

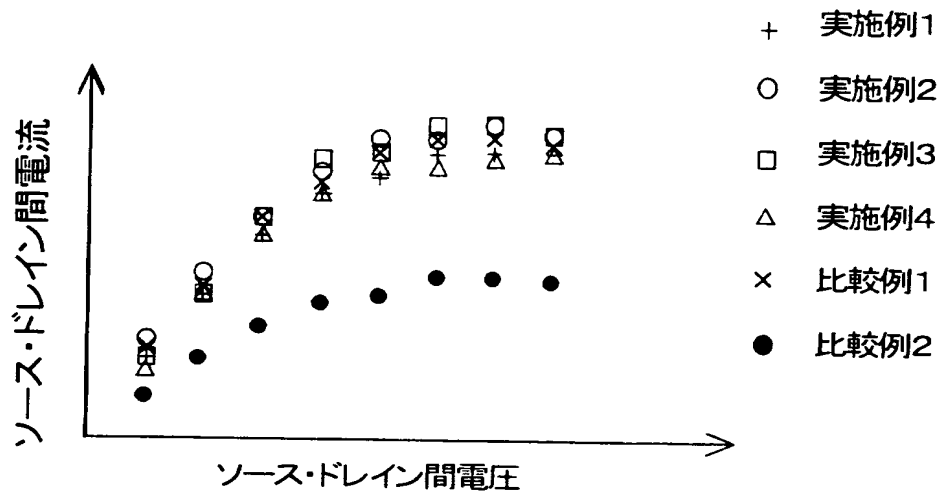
【図 1】



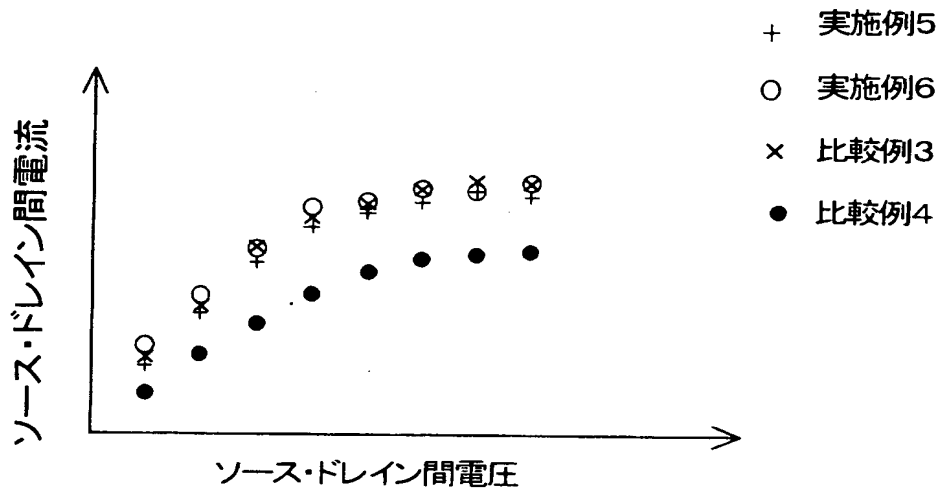
【図 2】



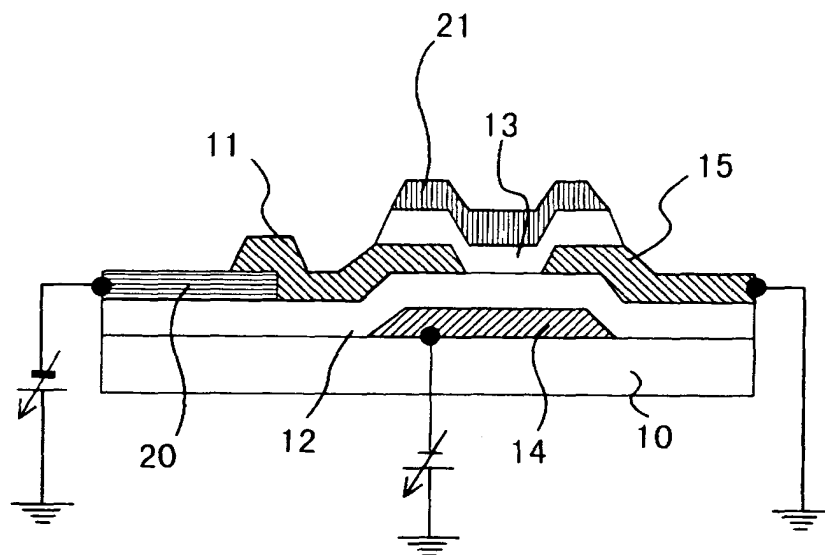
【図 3】



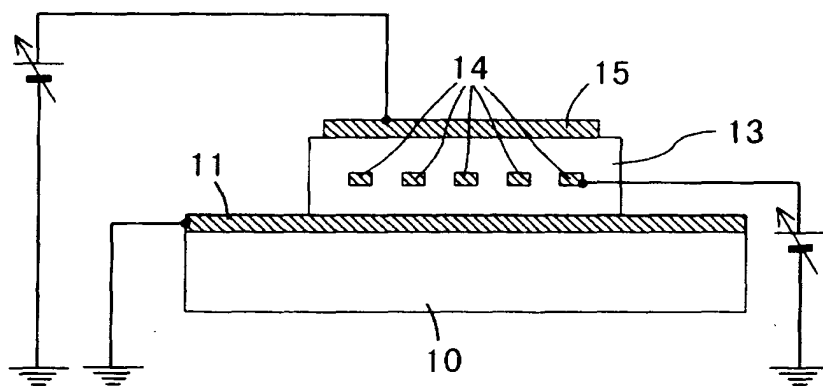
【図 4】



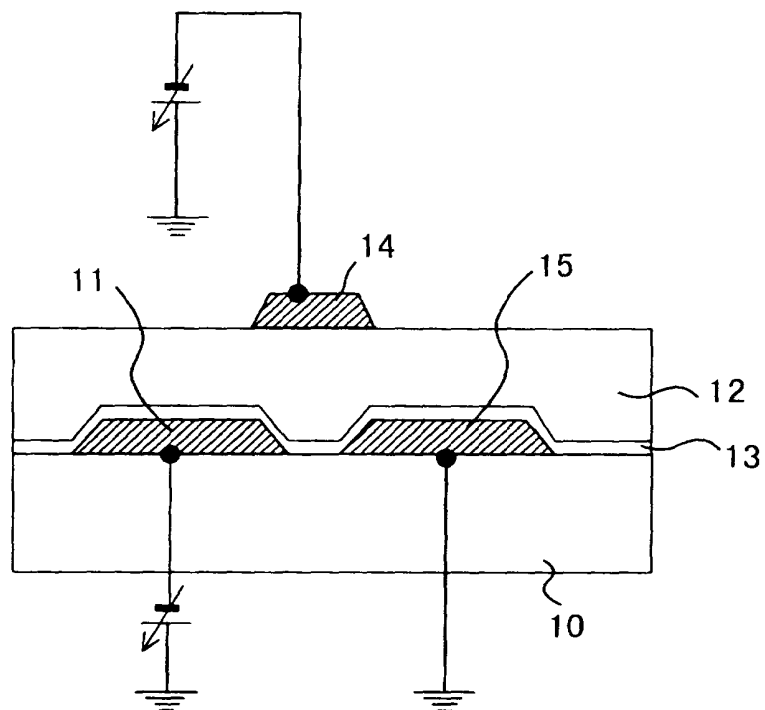
【図 5】



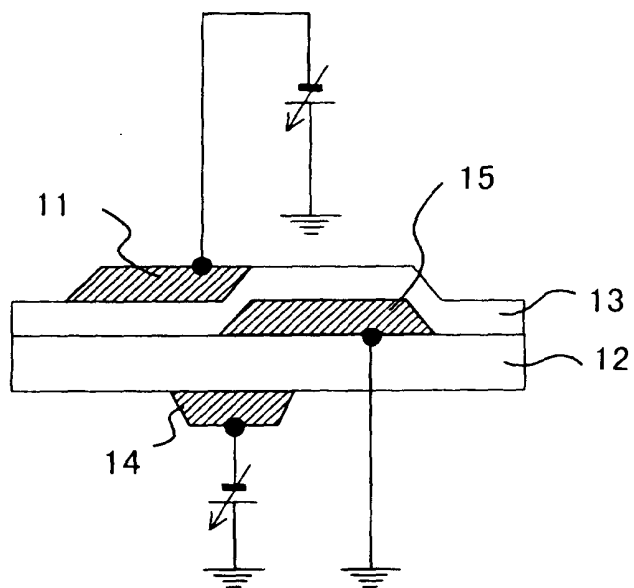
【図 6】



【図7】



【図8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電極の付着性、エッチング性、低抵抗性が向上した有機半導体素子を提供する。

【解決手段】 有機半導体素子は、対向する 1 対の電極の間に成膜されたキャリア移動性の有機半導体層を備えた有機半導体素子であって、1 対の電極の少なくとも一方は、有機半導体層のイオン化ポテンシャル近傍の仕事関数を有する第 1 金属と、第 1 金属よりも低い抵抗率を有する第 2 金属と、を含む有機半導体層に接触する合金膜からなる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005016]

1. 変更年月日 1990年 8月31日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都目黒区目黒1丁目4番1号  
氏 名 パイオニア株式会社